



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 101 04 734 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 101 04 734.7
㉔ Anmeldetag: 2. 2. 2001
㉕ Offenlegungstag: 29. 8. 2002

㉙ Int. Cl.⁷:
G 01 S 17/88
H 04 N 5/33
B 60 Q 1/00
B 60 Q 1/08
B 60 R 1/00
B 60 R 11/04
B 60 S 1/02
B 60 R 16/02

DE 101 04 734 A 1

㉚ Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉚ Erfinder:
Holz, Michael, Dipl.-Ing. (FH), 89250 Senden, DE;
Weidel, Edgar, Dipl.-Phys., 89250 Senden, DE

㉞ Entgegenhaltungen:
DE 198 01 884 A1
DE 100 30 421 A1
DE 42 21 015 A1
DE 39 08 785 A1
DE 299 14 906 U1
EP 05 77 501 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉞ Verfahren zur Steuerung technischer Einrichtungen auf Grundlage von Bilddaten

㉞ Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit werden zunehmend Systeme in Betracht gezogen, welche die Sicht eines Fahrzeugführers verbessern. Für ein solches System ist es angezeigt, die zu präsentierende Szene möglichst optimal auszuleuchten. Um dies zu erreichen wird vorgeschlagen, eine aufzunehmende Szene mittels Beleuchtungsmitteln zu bestrahlen und die Bilddaten des Bildaufnahmesystems mit mindestens einer Infrarot-Kamera zu gewinnen. Dadurch wird weitgehende Unabhängigkeit von Tageslichtschwankungen und Wetterlagen erreicht. Auch bietet die Möglichkeit eine Straßenszene mittels aktiver Infrarot-Beleuchtung auch in der Situation, dass Fahrzeuge entgegenkommen, noch sinnvoll auszuleuchten, da nicht abgeblendet werden muss. Alternativ zum Einsatz im Kraftfahrzeug eignet sich die Erfindung auch für den Einsatz als stationäres System zur Wetterbeobachtung.

DE 101 04 734 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 12.

[0002] Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit werden zunehmend Systeme in Betracht gezogen, welche die Sicht eines Fahrzeugführers verbessern. Beispielsweise ist es denkbar, wie in DE 40 07 646 beschrieben, bei Nacht das Fahrzeugumfeld mittels einer Infrarot-Beleuchtung zu bestrahlen um sodann die Bilddaten einer infrarot-empfindlichen Kamera dem Fahrzeuglenker zu präsentieren. Für ein solches System ist es angezeigt die zu präsentierende Szene möglichst optimal auszuleuchten.

[0003] Zur optimalen Ausleuchtung des Fahrbahnbereichs mittels der Frontscheinwerfer eines Fahrzeugs, ist aus DE 197 13 884 ein Verfahren zur Regulierung von Leuchtwerte und Leuchtrichtung bekannt. Hierbei sammeln Sensoren Informationen über das Fahrzeug und sein Umfeld und passen aufgrund dieser Informationen die aktuelle Einstellung der Scheinwerfer an. Hierbei wird aus den Sensorinformationen der Verlauf der Fahrbahn prädiert und Kurven, Steigungen oder Gefälle erkannt.

[0004] Zur generellen Ermittlung der Lichtverhältnisse in Front eines Fahrzeuges ist aus WO 99/ 17954 ein Verfahren bekannt, bei welchem eine Sensoreinheit den Bereich in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug abtastet. Auf diese Weise kann sodann auf sowohl auf die allgemeinen Lichtverhältnisse als auch auf die Lichtverhältnisse in Fahrtrichtung geschlossen werden. In Abhängigkeit davon läßt sich auf direkte Weise eine automatische helligkeits-abhängige Beleuchtungssteuerung (Ein/Aus), zum Beispiel im Bereich von Tunnelleinfahrten, realisieren.

[0005] Zur Bestimmung einer optimalen Beleuchtungsintensität eines Kraftfahrzeugs, insbesondere zur Verminderung der Eigenblendung, wird in DE 40 40 175 vorgeschlagen, vom Kraftfahrzeug aus einen Testlichtstrahl auszusenden und in Abhängigkeit der Intensität des reflektierten Lichtsignals die Beleuchtung einzustellen. Um auch Erkenntnis über die vorherrschenden Sichtverhältnisse, beispielsweise in Nebelbänken, zu gewinnen wird vorgeschlagen infrarotes Licht für den Testlichtstrahl zu verwenden.

[0006] Ein weiteres System zur Steuerung eines Fahrzeugscheinwerfers und zur Erkennung von Wetterbedingungen ist aus WO 97/35743 bekannt. Durch die Analyse der Verteilung des von einer Leuchtquelle ausgehenden Lichts wird dabei auf den Zustand der Atmosphäre vor dem Fahrzeug geschlossen. Im speziellen soll Niederschlag von Regen und Schnee auf der Windschutzscheibe durch Bestimmung der Beleuchtungsdifferenz benachbarter Pixel erkannt wird.

[0007] Die aus dem Stand der Technik bekannten Systeme zur Beleuchtungssteuerung auf Grundlage von Bilddaten arbeiten mit Kamerasystemen, deren Empfindlichkeit im Bereich des sichtbaren Lichts liegen. Bei Nacht und schlechter Sicht, also in den Situationen, in welchem eine Beleuchtungssteuerung am sinnvollsten eingesetzt werden kann, sind diese Kamerasysteme bezüglich der Ausleuchtung der Straßenszene vor dem Fahrzeug allein auf das Licht der Frontscheinwerfer angewiesen.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 12 zu finden, welche eine verbesserte Bildauswertung und somit verbesserte Steuerung von technischen Einrichtungen ermöglicht.

[0009] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildun-

gen der Erfindung sind durch die untergeordneten Patentansprüche beschrieben.

[0010] In besonders vorteilhafter Weise werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung technischer Einrichtungen in einem Kraftfahrzeug auf Grundlage der Auswertung von Bilddaten eines Bildaufnahmesystems, welches eine aufzunehmende Szene mittels Beleuchtungsmitteln bestrahlt, die Bilddaten des Bildaufnahmesystems mit mindestens einer Infrarot-Kamera gewonnen. Dies hat gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zum einen den Vorteil der weitgehenden Unabhängigkeit von Tageslichtschwankungen (Tag, Dämmerung und Nacht) und Wetterlagen (Sonnenschein, Regen, Schneefall) und bietet zum einen die Möglichkeit eine Straßenszene mittels aktiver Infrarot-Beleuchtung auch in der Situation, dass Fahrzeuge entgegenkommen noch sinnvoll auszuleuchten, da nicht abgeblendet werden muss. Ein diesbezügliches System ist in der nachveröffentlichten Schrift DE 100 02 069 beschrieben. Durch diese weitgehende Unabhängigkeit der Bilddaten von äußeren Einflüssen und die Möglichkeit einer gleichmäßigen Ausleuchtung ist es in gewinnbringender Weise möglich die Komplexität des zur Auswertung der Bilddaten verwendeten Algorithmen zu reduzieren und somit Rechenaufwand und Rechengeschwindigkeit zu optimieren.

[0011] Nachfolgend soll die Erfindung anhand der Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen und Weiterbildungen detailliert beschrieben werden.

[0012] Fig. 1 zeigt eine typisches Bild einer Verkehrsszene wie es von dem erfindungsgemäßen Bilderfassungssystem aufgenommen wird.

[0013] Durch die für Verkehrsteilnehmer nicht sichtbare und somit nicht blendende Wirkung einer infraroten Beleuchtung des Fahrzeugumfelds ist es in vorteilhafter Weise möglich, zur Gewinnung der zu analysierenden Bilddaten die Beleuchtungsmittel des Bildaufnahmesystems mit maximaler Intensität zu betreiben. Dieses Vorgehen weist neben dem Vorteil der maximalen Ausleuchtung auch den Vorzug auf, daß die Beleuchtungsstärke für die Messung fix definiert und somit die Informationen der einzelnen Bilder direkt miteinander ins Verhältnis gesetzt werden kann.

[0014] Es ist gleichwohl auch denkbar, in erfinderischer Weise das Bildaufnahmesystem sowohl als Steuersystem für technische Einrichtungen als auch zur Sichtverbesserung für den Fahrzeugführer heranzuziehen, wobei die Bilddaten dem Fahrzeugführer mittels einer Anzeigeeinheit dargestellt werden. In diesem Fall ist die Beleuchtungsintensität im allgemeinen in ihrer Intensität variabel zu gestalten, da für eine kontrastreiche, übersichtliche Bilddarstellung die Beleuchtungsintensität der jeweils vorherrschenden Umgebungssituation angepaßt werden muß. Beispielsweise sollte bei Nebel die Beleuchtung nach unten auf die Straße gerichtet werden, damit aufgrund der starken Rückstreuung keine Eigenblendung des Bildaufnahmesystems entsteht. Es bietet sich sodann an, die Bildfolge, welche dem Fahrzeugführer präsentiert wird in regelmäßigen Abständen kurzzeitig zu unterbrechen, und während dieser Zeitabschnitte bei voller Ausleuchtung der Verkehrsszene eine Meßaufnahme mit dem Kamerasystem zur Steuerung der technischen Einrichtungen im Kraftfahrzeug durchzuführen. Werden die Zeitabschnitte kurz genug gewählt, dann sind die Unterbrechungen der Bildpräsentation für den Fahrzeugführer nicht wahrnehmbar.

[0015] In Bezug auf die aktive Beleuchtung der Szenen ist es denkbar den Infrarot-Anteil der Strahlung eines Beleuchtungsmittels, welches sichtbaren Licht ausstrahlt zu verwenden, wofür sich vor allem der Frontscheinwerfer des Kraftfahrzeugs eignet. In gewinnbringender Weise ist es aber

auch denkbar, ein zusätzliches Infrarot-Leuchtmittel, unabhängig von den üblichen Leuchtmitteln des Kraftfahrzeugs zu verwenden. Hierdurch wird es möglich die unterschiedlichen Leuchtmittel unabhängig voneinander zu steuern und unabhängig voneinander in ihrer Intensität zu variieren.

[0016] Besonders gewinnbringend läßt sich die Erfindung ausgestalten, wenn es möglich ist das Infrarot-Leuchtmittel in seiner Ausrichtung unabhängig zu steuern, so dass bei Bedarf auch Objekte auf Grundlage der Auswertung der Bilddaten des Bilderfassungssystems, auch außerhalb der eigentlichen Fahrspur ausgeleuchtet werden können. Dies kann unter anderem besonders vorteilhaft zur Erkennung von Fußgängern oder von sich aus Nebenstraßen im Kreuzungsbereich annähernden Fahrzeugen ausgenutzt werden.

[0017] In erfinderischer Weise ist es in einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung denkbar bei der Analyse der Bilddaten die darin enthaltene Entfernungsinformation mit auszuwerten. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, daß sich im allgemeinen die einzelnen Zeilen eines Kamerabildes direkt in Bezug auf die darin abgebildeten Bildelemente setzen lassen. In den der Erfindung zu Grunde liegenden Anwendungen (Erfassung von Straßenszenen) bilden sich normalerweise die am weitesten entfernten Objekten in den oberen Bereichen/Zeilen des Bild ab, während sich die nächstliegenden Objekte am unteren Rand des Bildes finden. Es ist nun bekannt, daß die Intensität der von der aktiven Beleuchtung rückgestreuten Intensität der Lichtsignale mit der Entfernung abnimmt. In vorteilhafter Weise lassen sich nun über die Art und Weise der Abnahme der rückgestreuten Lichtintensitäten Aussagen über die aktuellen Sichtverhältnisse machen. Dabei wird zu beobachten sein, dass sich der Abfall der Lichtintensität mit abnehmender Sicht zunehmend beschleunigt.

[0018] In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird über die Entropie der rückgestreuten Lichtsignale der aktiven Beleuchtung auf die Sichtverhältnisse geschlossen. Hierzu können beispielsweise die Bilddaten gewinnbringend in den Frequenzbereich transformiert werden. Das hieraus resultierende Frequenzspektrum kann sodann analysiert werden, um auf die im Fahrzeugumfeld herrschenden Sichtverhältnisse zu schließen. Dabei kann auf die Tatsache zurückgegriffen werden, dass sich proportional zur Verschlechterung der Sichtverhältnisse der Kontrast der Bilddaten abnimmt. Dieser Rückgang des Kontrasts drückt sich aber direkt im Rückgang der höherfrequenten Anteile des Frequenzspektrums der Bilddaten aus; schlechte Sicht wirkt sich also wie eine Tiefpassfilterung auf die Bilddaten aus. Somit läßt sich aus den Frequenzanteilen direkt auf die Sichtverhältnisse im Fahrzeugumfeld schließen. Es ist nun möglich je nach Anwendungsfall gewinnbringend die Frequenz-Transformation nur zeilenweise durchzuführen oder aber auch zweidimensionale Transformationsverfahren auf die gesamten Bilddaten oder Ausschnitte davon anzuwenden.

[0019] Unabhängig vom verwendeten Verfahren zur Analyse der Bilddaten ist es in vorteilhafter Weise denkbar im Vorfeld einer Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens unterschiedlichste Umfeldszenarien (beispielsweise Nebel, Regen oder Schnee, jeweils mit unterschiedlicher Stärke) zu vermessen und die daraus resultierenden Parameter entweder in einer Datenbank (Look-Up-Table) abzulegen oder damit einen geeigneten Klassifikator (beispielsweise: Neuronales Netz) zu trainieren. Basierend darauf können sodann die Ergebnisse der Bildanalyse gewertet und beispielsweise daraus die vorherrschenden Sichtverhältnisse hergeleitet/klassifiziert werden.

[0020] Durch die Möglichkeit der Erkennung unterschiedlicher Wettersituationen ist es sehr wohl möglich mittels des

erfindungsgemäßen Verfahrens die Scheibenwischer eines Kraftfahrzeugs automatisch anzusteuern.

[0021] In vorteilhafter Weise werden durch das erfindungsgemäße Verfahren die Frontscheinwerfer des Kraftfahrzeugs und/oder die aktiven Beleuchtungselemente des Bildaufnahmesystems selbst gesteuert. Dabei ist es gewinnbringend beispielsweise die Frontscheinwerfer oder die aktiven Beleuchtungselemente bei Regen oder schlechten Sichtverhältnissen näher zum Fahrzeug hin auszurichten, wodurch mehr Lichtleistung zum Fahrzeug zurückreflektiert wird. In erfinderischer Weise ist es denkbar das erfindungsgemäße Verfahren so zu gestalten, dass die Leuchtintensität der Frontscheinwerfer oder der Beleuchtungsmittel des Bildaufnahmesystems abhängig von den Sichtverhältnissen gesteuert werden kann. Hierdurch kann die Eigenblendung des Systems, vor allem bei Nebel, signifikant verringert werden.

[0022] Da die infrarote Beleuchtung des Bildaufnahmesystems von entgegenkommenden Fahrzeugen nicht wahrgenommen wird, braucht nur das sichtbar ausgestrahlte Licht des eigenen Fahrzeugs bei Gegenverkehr abgeblendet werden, während die Bildanalyse und deren Steuerung von technischen Einrichtungen des Fahrzeugs ungehindert fortgeführt werden kann.

[0023] Eine vorteilhafte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sollte innerhalb ihres Bildaufnahmesystems mindestens über eine Infrarot-Kamera verfügen. Die zusätzliche Integration und Verwendung einer im sichtbaren Bereich arbeitenden Kamera ist sehr wohl denkbar und trägt zu einer robusteren, verbesserten Systemfunktionalität bei.

[0024] In Betracht der Fähigkeit unterschiedliche Wetterbedingungen durch die Analyse der durch das Bilderfassungssystem gewonnen Bilddaten zu erkennen, kann die Erfindung in vorteilhafter Weise auch als stationäres System zur Wetterbeobachtung (Nebeldichte, Regenmenge, Sichtweite, Schneefall) benutzt werden. Hierbei ist es denkbar, dass die zu steuernden technischen Einrichtungen beispielsweise Warnvorrichtungen entlang von Straßen (Wechselschilder) sind, oder daß es sich bei der technischen Einrichtung um eine Kommunikationsanlage handelt, welche die Wetterinformation weiterübermittelt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung technischer Einrichtungen in einem Kraftfahrzeug auf Grundlage der Auswertung von Bilddaten eines Bildaufnahmesystems, welches eine aufzunehmende Szene mittels Beleuchtungsmittel bestrahlt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilddaten des Bildaufnahmesystems mindestens mittels einer Infrarot-Kamera gewonnen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Szene zur Gewinnung der auszuwertenden Bilddaten mit maximaler Intensität der Beleuchtungsmittel des Bildaufnahmesystems ausgeleuchtet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur aktiven Beleuchtung der Szene der Infrarot-Anteil der Strahlung eines Beleuchtungsmittels, welches sichtbaren Licht ausstrahlt verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur aktiven Beleuchtung der Szene ein Infrarot-Leuchtmittel, unabhängig von den üblichen Leuchtmitteln des Kraftfahrzeugs verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtmittel unabhängig voneinander ge-

steuert werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Analyse der Bilddaten die darin enthaltene Entfernungsinformation mit ausgewertet wird.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Auswertung der Bilddaten aus der Entropie dieser Daten auf die Sichtverhältnisse vor dem Fahrzeug geschlossen wird.

8. Verfahren nach einem Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Frontscheinwerfer des Kraftfahrzeugs und/oder die aktiven Beleuchtungselemente des Bildaufnahmesystems gesteuert werden.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Frontscheinwerfer und/oder die aktiven Beleuchtungselemente bei Regen oder schlechten Sichtverhältnissen näher zum Fahrzeug hin ausgerichtet werden.

15

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtintensität der Frontscheinwerfer und/oder der Beleuchtungsmittel des Bildaufnahmesystems abhängig von den Sichtverhältnissen gesteuert wird.

20

11. Verfahren nach einem Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibenwischer gesteuert werden.

25

12. Vorrichtung zur Steuerung technischer Einrichtungen in einem Kraftfahrzeug auf Grundlage der Auswertung von Bilddaten eines Bildaufnahmesystems, welches eine aufzunehmende Szene mittels Beleuchtungsmittel bestrahlt, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildaufnahmesystem als Bildaufnehmer mindestens über eine Infrarot-Kamera verfügt.

30

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildaufnahmesystem über unabhängig steuerbare Beleuchtungsmittel zur Ausstrahlung sichtbaren Lichts und Beleuchtungsmittel zur Ausstrahlung infraroten Lichts verfügt.

35

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 13, dass die Beleuchtungsmittel des Bildaufnahmesystems die Frontscheinwerfer des Kraftfahrzeugs mit umfaßt.

40

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildaufnahmesystem eine Kamera umfaßt, welche Bilder sichtbaren Bereich erfaßt.

45

16. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1, als stationäres System zur Wetterbeobachtung.

50

55

60

65